

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-167172

(43) 公開日 平成5年(1993)7月2日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01S 3/137		8934-4M	H01S 3/08	Z
3/08				
3/106		8934-4M		

審査請求 未請求 請求項の数8 (全6頁)

(21) 出願番号 特願平3-352812

(22) 出願日 平成3年(1991)12月16日

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 若林 理

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72) 発明者 小林 諭樹夫

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72) 発明者 小若 雅彦

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

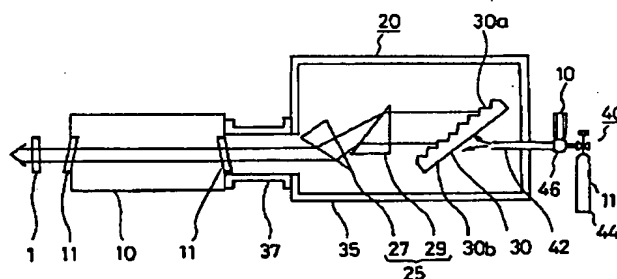
(74) 代理人 弁理士 橋爪 良彦

(54) 【発明の名称】 狭帯域発振エキシマレーザ装置およびそのパージ方法

(57) 【要約】

【目的】 狭帯域発振エキシマレーザ装置でレーザの発振波長やビームプロファイルに発生する揺らぎを防止する。

【構成】 狭帯域発振として少なくともグレーティングを配置した狭帯域レーザにおいて、前記狭帯域化素子を筐体で囲う手段と、清浄気体で前記筐体内をパージする手段と、パージすることによって前記グレーティングの溝表面へのパージ気体の流入防止手段を設けた。また、狭帯域発振として少なくともグレーティングを配置した狭帯域レーザにおいて、窒素あるいはヘリウム等の不活性ガスまたは空気等のレーザ光に反応、および吸収しない気体をHEPA等のフィルタを透過して清浄気体とし、その清浄気体がグレーティングの溝表面に吹き付けないことによりレーザの発振波長およびビームプロファイルの揺らぎをなくしている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 狭帯域発振として少なくともグレーティングを配置した狭帯域レーザにおいて、前記狭帯域化素子を筐体で囲う手段と、清浄気体で前記筐体内をパージする手段と、前記グレーティングの溝表面へのパージ気体流入防止手段を備えたことを特徴とする狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項 2】 前記グレーティングの溝表面へのパージ気体流入防止手段として、清浄気体の導入口を前記グレーティングの溝表面に対して裏側に配置した請求項 1 記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項 3】 前記グレーティングの溝表面へのパージ気体流入防止手段として、前記グレーティングと光学素子の間に光路を妨げない壁を配設し、前記壁の光路側の反対側に清浄気体の導入口を配設した請求項 1 記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項 4】 前記グレーティングの溝表面へのパージ気体流入防止手段として、前記グレーティングと光学素子の間に光路を妨げないように壁で囲い、前記壁で囲われた光路以外の場所に清浄気体の導入口を配設した請求項 1 記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項 5】 前記グレーティングの溝表面へのパージ気体流入防止手段として、前記筐体内を前記グレーティングを含む部屋とその他の光学素子の部屋に分ける壁を配設し、グレーティングを含まない部屋に清浄気体の導入口を前記グレーティングの溝表面に対して裏側に配置した請求項 1 記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項 6】 前記グレーティングの溝表面へのパージ気体流入防止手段として、ビームエキスパンダの表面に清浄気体を直接流す手段を備えた請求項 1 または請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項 7】 ビームエキスパンダとしてプリズムを使用し、レーザチャンバーから第 1 面または第 2 面あるいは両面のプリズムビームエキスパンダ表面に清浄気体を吹き付ける手段を備えた請求項 1 または請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 または請求項 6 記載の狭帯域発振エキシマレーザ装置。

【請求項 8】 狭帯域発振として少なくともグレーティングを配置した狭帯域レーザにおいて、窒素あるいはヘリウム等の不活性ガスまたは空気等のレーザ光に反応、および吸収しない気体を HEP A 等のフィルタを透過して清浄気体とし、その清浄気体がグレーティングの溝表面に吹き付けないことによりレーザの発振波長およびビームプロファイルの揺らぎをなくしたことを特徴とする狭帯域発振エキシマレーザ装置のパージ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、狭帯域発振エキシマレ

ーザ装置およびそのパージ方法に係わり、特に、縮小投影露光装置用の光源として用いられる狭帯域発振エキシマレーザ装置およびそのパージ方法の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、特願平 1-129392 号、特開平 1-123238 号公報、特開平 1-143372 号公報等に開示されている技術では、複数のエタロン又はビームエキスパンダとグレーティングによって狭帯域化を行っている。狭帯域化素子の熱負荷が大きかったり、また、長期的に狭帯域レーザを運転する場合には、空気中のダストや酸素等によって狭帯域化素子が損傷し素子寿命を短くしているため、熱負荷を低減したり、狭帯域素子寿命を延ばすために清浄なパージ気体を図 8 のように光学素子に直接吹き付けている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、グレーティングを狭帯域化素子として使用し、グレーティングの溝表面に清浄気体を吹き付けるとグレーティングの溝表面の気体屈折率が変化するためにレーザの発振波長及びビームプロファイルに、図 9、図 10 に示すように揺らぎが発生することを発見した。この発振波長の揺らぎはランダムに発生するため、揺らぎ以下に発振波長を安定化することは出来なかった。また、ビームが揺らぐと露光するときに均一に露光が出来なくなるためステップ用の光源としては不相当であった。

【0004】本発明は上記従来の問題点に着目し、狭帯域発振エキシマレーザ装置およびそのパージ方法に係わり、特に、縮小投影露光装置用の光源として用いられる狭帯域発振エキシマレーザ装置およびそのパージ方法の提供を目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、狭帯域発振として少なくともグレーティングを配置した狭帯域レーザにおいて、前記狭帯域化素子を筐体で囲う手段と、清浄気体で前記筐体内をパージする手段と、パージすることによって前記グレーティングの溝表面に清浄気体の流れが起きない手段を備えている。

【0006】このように、窒素あるいはヘリウム等の不活性ガスまたは空気等のレーザ光に反応、および吸収しない気体を HEP A 等のフィルタを透過して清浄気体とし、その清浄気体がグレーティングの溝表面に吹き付けないことによりレーザの発振波長およびビームプロファイルの揺らぎをなくする。

【0007】

【作用】上記構成によれば、グレーティングの溝表面に清浄気体の流れを起こさないようにしているためにグレーティング表面の気体の屈折率の変化がなくなり、出力レーザ光の発振波長の揺らぎ及びビームプロファイルの揺らぎがなくなる。また、熱負荷が大きな光学素子の表面

に清浄気体を吹き付けることにより光学素子の発熱を抑えることができる。

【0008】

【実施例】以下に、本発明に係わる狭帯域発振エキシマレーザ装置の実施例につき、図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第1実施例を示す全体構成図である。図1において、狭帯域発振エキシマレーザ装置はフロントミラー1と、レーザを起振するレーザチャンバ10と、レーザを狭帯域化する狭帯域化装置20とからなっている。レーザチャンバ10は、図示しない電極とウインド11とチャンバ12とからなっている。狭帯域化装置20は、プリズムビームエキスパンダ25とグレーティング30と筐体35と、清浄気体装置40からなっている。プリズムビームエキスパンダ25とグレーティング30は筐体35で囲われている。プリズムビームエキスパンダ25は第1プリズム27および第2プリズム29よりなっている。筐体35は狭帯域ボックスで形成されている。グレーティング30の溝表面30aの裏側30bに清浄気体装置40からの清浄気体の導入口42が配設されている。

【0009】本実施例の狭帯域化方式はプリズムビームエキスパンダ25とグレーティング30を組み合わせた方式であり、グレーティング30はリトロ配置になっている。第1プリズム27、第2プリズム29およびグレーティング30は狭帯域化ボックス35で覆われており、管37によりレーザチャンバ10と接続されている。清浄気体装置40は、清浄気体ガスボンベ44から流量計46を介して清浄気体は清浄気体の導入口42から吹き出される。清浄気体の導入口42はグレーティング30の裏側30bに配設されており、グレーティング30の溝表面30aには気体の流れが起きさずに狭帯域化ボックス35内および管37内（狭帯域化ボックスとウインドウの間の光路）が清浄気体で満たされる。

【0010】次に上記実施例において、作動について説明する。レーザチャンバ10内および狭帯域化装置20がレーザに反応しない気体の清浄気体で満たされると、次に、レーザチャンバ10内で放電励起され、狭帯域化装置20でレーザが狭帯域化された後にフロントミラー1より出力される。このとき、グレーティング30の溝表面30aに気体の流れが起きないので出力光の中心波長及びビームプロファイルの揺らぎがなくなる。また、ウインドウ11、プリズム27、29、およびグレーティング30の周囲が清浄気体で満たされているため、狭帯域化素子のプリズムビームエキスパンダ25とグレーティング30およびウインドウ11の寿命は飛躍的に延びる。

【0011】なお、この狭帯域化ボックス35または管37の密閉度はその内部が清浄気体で満たされる程度で良い。もし、狭帯域化ボックス35と管37の密閉度を

高くした場合には清浄気体の小さな排出口を設置すれば良い。この例では、清浄気体の導入口42はグレーティング30の背面30bに対向する筐体35の側壁に設置しているが、それに限定されるものではなく、グレーティング30aの背面側であれば狭帯域化ボックスの底板35aあるいは上板35bに設置しても良い。清浄気体の例として、窒素ガスやヘリウム等の不活性ガスがある。また、酸素が光学素子と反応したり、レーザ光を吸収したりしない場合は、HEPAフィルターを通過した空気でパージしても良い。

【0012】図2は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第2実施例を示す全体構成図であり、第1実施例とは狭帯域化方式のプリズムビームエキスパンダ50がプリズム25、27とエタロン51およびグレーティング30を用いている。この場合も、第1実施例と同様にグレーティング30の溝表面30aに気体の流れが起きないので出力光の中心波長及びビームプロファイルの揺らぎがなくなる。このように狭帯域化方式としては上記実施例に囚われることなくグレーティングを少なくとも配置した狭帯域化方式であれば何でも良い。また、グレーティングは斜入射配置でも良い。

【0013】図3は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第3実施例を示す全体構成図であり、第1実施例とは、清浄気体の導入口55の位置の変更と、壁56、57を追加した実施例を示している。清浄気体の導入口55の位置はグレーティング30の溝表面30a側に配置しており、また、壁56はプリズムビームエキスパンダ25とグレーティング30との間で光路を妨げない位置に配設している。このように、光路を囲うように壁56、57を配設すれば清浄気体の導入口55の位置はその外側であれば何処に配置しても良い。この場合も、第1実施例と同様にグレーティング30の溝表面30aに気体の流れが起きないので出力光の中心波長及びビームプロファイルの揺らぎがなくなる。

【0014】図4は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第4実施例を示す全体構成図であり、第3実施例とは、第2実施例と同様に狭帯域化方式にプリズムビームエキスパンダ40がプリズム25、27とエタロン51およびグレーティング30を用いている。この場合も、光路を囲うように壁56、57を配設すれば清浄気体の導入口55の位置はその外側であれば何処に配置しても良い。

【0015】図5は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第5実施例を示す全体構成図であり、第3実施例とは、壁61、62の位置が変更した実施例を示している。壁61によりグレーティング30を含む部屋63と、プリズムビームエキスパンダ25を含む部屋65とに分割し、清浄気体の導入口64の位置はプリズムビームエキスパンダ25を含む部屋65側に配置している。この場合も、第1実施例と同様にグレーティング30の

溝表面30aに気体の流れが起きないので出力光の中心波長及びビームプロファイルの揺らぎがなくなる。しかし、この場合もグレーティング30を含む部屋63は不活性ガスで満たされることは言うまでもない。

【0016】図6は本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第6実施例を示す全体構成図であり、第1実施例とは、清浄気体の導入口71の位置が変更されている。この場合は、清浄気体の導入口71の位置は第1プリズム27の第2の表面27bに清浄気体を吹き付ける位置にしている。また、このとき第1プリズム27を冷却するために第1プリズム27の第1面27aまたは両面27a、27bを冷却するように清浄気体を吹き付ける位置にしても良い。このようにすることにより、熱負荷の一番大きい第1プリズム27を冷却することができるため出力レーザ光のスペクトル線幅やビーム幅の変化を抑えることができるとともに、寿命を飛躍的に延ばすことができる。

【0017】なお、第1実施例、第2実施例において、清浄気体の流量を変化させて波長およびビームプロファイルの揺らぎを測定した結果、流量5l/min以下であれば波長およびビームプロファイルの揺らぎが起こらなかった。また、狭帯域化ボックス35の清浄度をパーティクルカウンタで測定した結果、0.2l/min以上であれば狭帯域化ボックス35内は十分清浄であることが判明した。さらに、実施例3、4、5、6では流量5l/min以上でも波長およびビームプロファイルの揺らぎは起こらなかった。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、狭帯域化素子を筐体で囲い、清浄気体で前記筐体をパージすることによりダストや酸素等より生ずる狭帯域化素子の損傷がなくなり、狭帯域化素子の寿命が飛躍的にのびる。また、グレーティングの溝表面に清浄気体の流れを起こさないようにするために発振波長およびビームの揺らぎがなくなり、そのため発振波長の安定が向上し、ステップの光源として使用した場合に露光ムラがなくなる。さらに、熱負荷の大きな光学素子の発熱を抑えることができるため、スペクトル線幅の変化やビームプロファイルの変化を抑えることができ、光学素子寿命も向

上する。このためステップ用の光源として最適なレーザが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第1実施例を示す全体構成図。

【図2】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第2実施例を示す全体構成図。

【図3】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第3実施例を示す全体構成図。

10 【図4】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第4実施例を示す全体構成図。

【図5】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第5実施例を示す全体構成図。

【図6】本発明の狭帯域発振エキシマレーザ装置の第6実施例を示す全体構成図。

【図7】本発明のビームプロファイルを示す図。

【図8】従来のクリーンなパージ気体を光学素子に直接吹き付けている図。

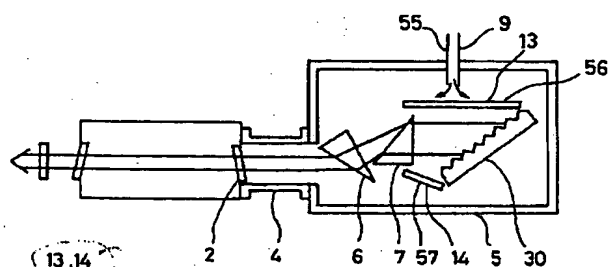
【図9】従来の発振波長の揺らぎを示す図。

20 【図10】従来のビームプロファイルの揺らぎを示す図。

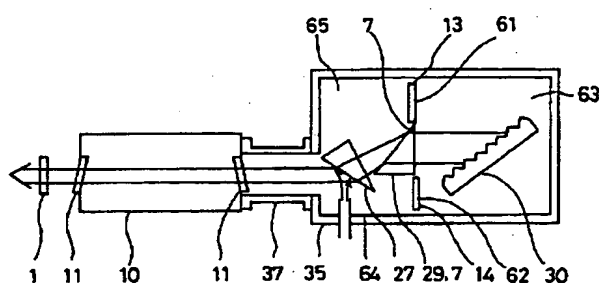
【符号の説明】

1	フロントミラー
10	レーザチャンバ
11	ウインド
12	チャンバー
20	狭帯域化装置
25、40、50	プリズムビームエキスパンダ
27	第1プリズム
29	第2プリズム
30	グレーティング
35	狭帯域化ボックス（筐体）
37	管
40	清浄気体装置
42、55、64、71	清浄気体の導入口
44	清浄気体ガスボンベ
51	エタロン
56、57、61、62	壁
63、65	部屋

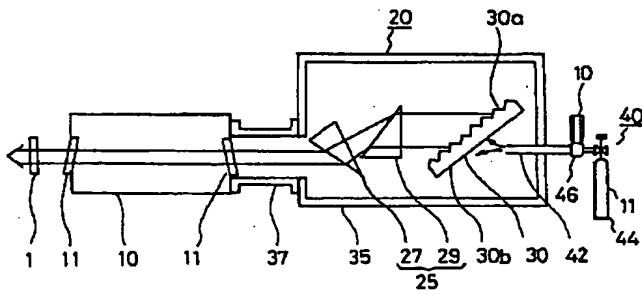
【図3】



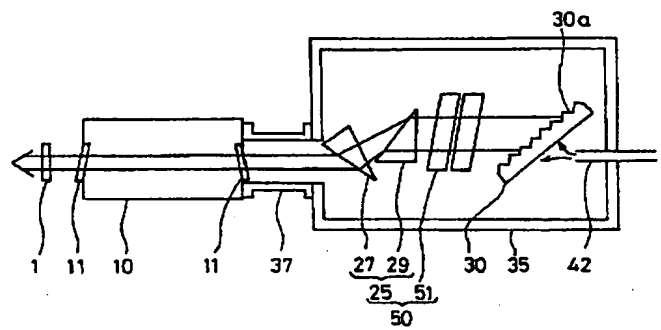
【図5】



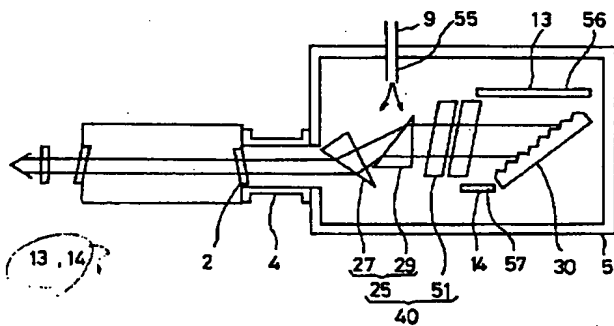
【図1】



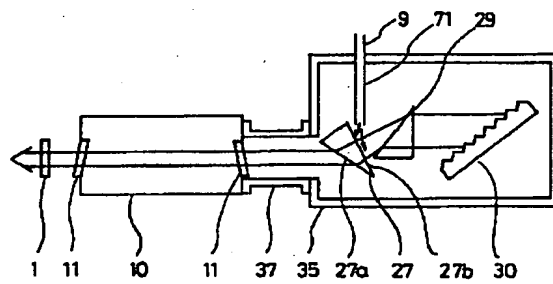
【図2】



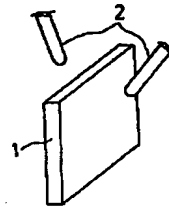
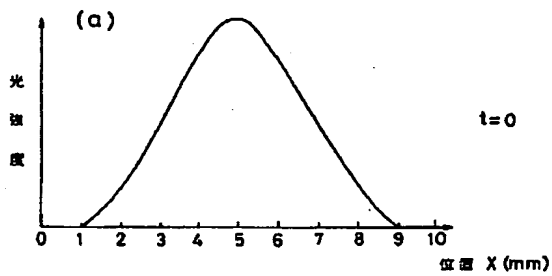
【図4】



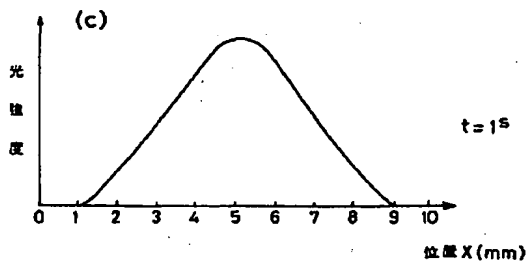
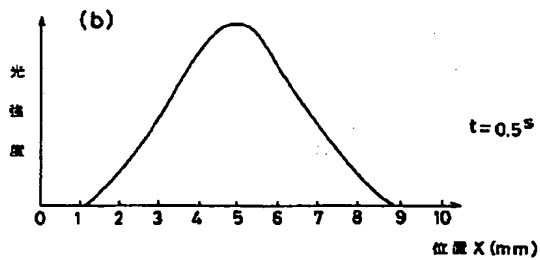
【図6】



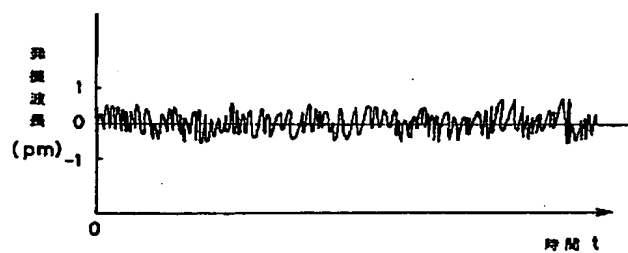
【図7】



【図8】



【図9】



【図 10】

